

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-290902

(P2005-290902A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.⁷

E02F 9/22

B66C 23/94

E02F 9/20

F1

E02F 9/22

B66C 23/94

E02F 9/20

テーマコード(参考)

2D003

3F205

J

C

Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-109963 (P2004-109963)

(22) 出願日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(出願人による申告)平成15年11月13日独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構との共同研究、産業再生法第30条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 000246273
コベルコ建機株式会社
広島県広島市安佐南区祇園3丁目12番4号

(71) 出願人 000001199
株式会社神戸製鋼所
兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号

(74) 代理人 100067828
弁理士 小谷 悦司

(74) 代理人 100075409
弁理士 植木 久一

(74) 代理人 100109058
弁理士 村松 敏郎

最終頁に続く

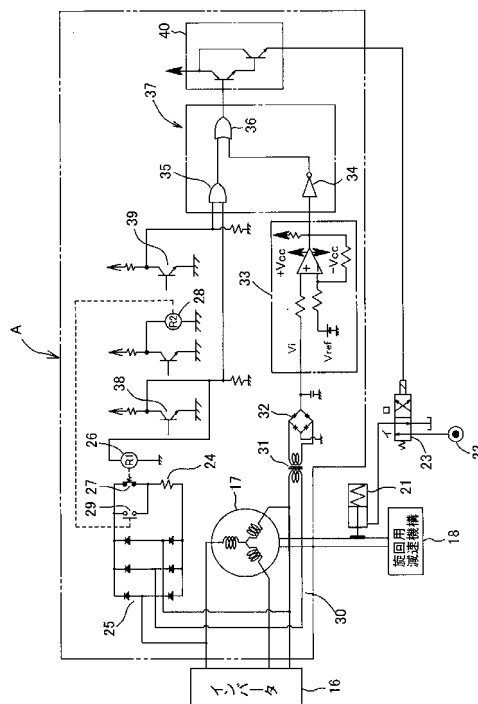
(54) 【発明の名称】 作業機械の非常時旋回制動方法及び同装置

(57) 【要約】

【課題】 非常時に速やかに旋回停止させることができ、しかもメカニカルブレーキの破損を防止する。

【解決手段】 永久磁石式の旋回電動機17によって旋回体を旋回駆動し、旋回電動機17の駆動系または制御系の異常発生等による非常時に、慣性回転によって電動機17に発生する電力を外部の制動抵抗24で消費させることによって電気ブレーキ作用を行なわせ、かつ、旋回体の旋回速度が設定値以下に低下したときにメカニカルブレーキ21を作動させて旋回停止・停止保持するようにした。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

旋回体を旋回駆動する旋回電動機として永久磁石式電動機を用い、非常時に、慣性回転によって上記旋回電動機に発生する電力を電動機外部の制動抵抗で消費させることによって電気ブレーキ作用を行なわせ、この電気ブレーキ作用により旋回体を制動して減速させるとともに、その減速終期にメカニカルブレーキを作動させることを特徴とする作業機械の非常時旋回制動方法。

【請求項 2】

旋回体を旋回駆動する旋回電動機と、この旋回電動機を機械的に制動するメカニカルブレーキと、この旋回電動機及びメカニカルブレーキの作動を制御する制御手段と、旋回速度を検出する速度検出手段とを具備し、上記旋回電動機として、慣性回転によって発生する電力を電動機外部の制動抵抗で消費させることによって電気ブレーキ作用を行なう永久磁石式電動機が用いられ、上記制御手段は、非常時に上記旋回電動機に電気ブレーキ作用を行なわせ、この電気ブレーキ作用によって旋回体の旋回速度が設定値以下に低下したときに上記速度検出手段からの速度信号に基づいて上記メカニカルブレーキを作動させるように構成されたことを特徴とする作業機械の非常時旋回制動装置。

10

【請求項 3】

メカニカルブレーキとして、切換弁を介して油圧が導入されたときにブレーキ力を解除する油圧式のネガティブブレーキが用いられ、制御手段は上記切換弁の作動を制御するように構成されたことを特徴とする請求項 2 記載の作業機械の非常時旋回制動装置。

20

【請求項 4】

速度検出手段として、旋回電動機の発電作用による電圧または電流と設定値とを比較する比較部を有し、この比較部の比較結果に基づいてメカニカルブレーキを作動させるように構成されたことを特徴とする請求項 2 または 3 記載の作業機械の非常時旋回制動装置。

【請求項 5】

速度検出手段として、旋回電動機またはその減速機構の回転速度を検出する速度センサが用いられたことを特徴とする請求項 2 または 3 記載の作業機械の非常時旋回制動装置。

【請求項 6】

旋回電動機の電気ブレーキ作用による最大トルクが、正常時の電動機最大制動トルクとほぼ同等の値に設定されたことを特徴とする請求項 2 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の作業機械の非常時旋回制動装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電動機によって旋回体を旋回駆動する作業機械において、旋回電動機の駆動系の電源遮断や制御系のダウン等の異常発生に伴う非常時に旋回体を制動する非常時旋回制動方法及び同装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ショベルやクレーン等の旋回式作業機械において、旋回駆動源として、これまでの油圧モータに代えて電動機を用いる技術が公知である(特許文献 1 参照)。

40

【0003】

この電動機による旋回駆動方式では、電動機を発電機として作用させ、その回生制動トルクによって旋回体を制動・停止させる構成がとられている。

【特許文献 1】特開平 2001 - 207478 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、従来電動機駆動方式では、発電機の故障その他によって旋回電動機の電源が遮断され、あるいは旋回の制御系がダウンして旋回電動機の制御が不能となるといった

50

異常が発生すると、電動機の発電作用による制動が働かず、油圧方式での中立フリーと同様の、慣性のみが働く状態となってなかなか停止しないという事態が発生する。

【0005】

一方、ショベルやクレーンには、旋回停止状態で停止保持用のパーキングブレーキとして働くメカニカルブレーキが装備されている。従って、このメカニカルブレーキを非常ブレーキとして作動させることが考えられる。

【0006】

しかし、メカニカルブレーキは元々、停止保持用として設計されたブレーキ性能しか持たないため、高速旋回中に作動させると、熱容量が不足して破損するおそれがある。なお、メカニカルブレーキに十分な熱容量を持たせるとなると、冷却装置も必要となる等、ブレーキ全体が大形化し、設置スペースやコストの面で実現が困難となる。

10

【0007】

そこで本発明は、非常時に速やかに減速・旋回停止させることができ、しかもメカニカルブレーキの破損を防止することができる作業機械の非常時旋回制動方法及び同装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項1の発明(方法)は、旋回体を旋回駆動する旋回電動機として永久磁石式電動機を用い、非常時に、慣性回転によって上記旋回電動機に発生する電力を電動機外部の制動抵抗で消費させることによって電気ブレーキ作用を行なわせ、この電気ブレーキ作用により旋回体を制動して減速させるとともに、その減速終期にメカニカルブレーキを作動させるものである。

20

【0009】

請求項2の発明(装置)は、旋回体を旋回駆動する旋回電動機と、この旋回電動機を機械的に制動するメカニカルブレーキと、この旋回電動機及びメカニカルブレーキの作動を制御する制御手段と、旋回速度を検出する速度検出手段とを具備し、上記旋回電動機として、慣性回転によって発生する電力を電動機外部の制動抵抗で消費させることによって電気ブレーキ作用を行なう永久磁石式電動機が用いられ、上記制御手段は、非常時に上記旋回電動機に電気ブレーキ作用を行なわせ、この電気ブレーキ作用によって旋回体の旋回速度が設定値以下に低下したときに上記速度検出手段からの速度信号に基づいて上記メカニカルブレーキを作動させるように構成されたものである。

30

【0010】

請求項3の発明は、請求項2の構成において、メカニカルブレーキとして、切換弁を介して油圧が導入されたときにブレーキ力を解除する油圧式のネガティブブレーキが用いられ、制御手段は上記切換弁の作動を制御するように構成されたものである。

【0011】

請求項4の発明は、請求項2または3の構成において、速度検出手段として、旋回電動機の発電作用による電圧または電流と設定値とを比較する比較部を有し、この比較部の比較結果に基づいてメカニカルブレーキを作動させるように構成されたものである。

【0012】

請求項5の発明は、請求項2または3の構成において、速度検出手段として、旋回電動機またはその減速機構の回転速度を検出する速度センサが用いられたものである。

40

【0013】

請求項6の発明は、請求項2乃至5のいずれかの構成において、旋回電動機の電気ブレーキ作用による最大トルクが、正常時の電動機最大制動トルクとほぼ同等の値に設定されたものである。

【発明の効果】

【0014】

本発明によると、慣性回転によって発生する電力を外部の制動抵抗で消費させることによって電気ブレーキ機能を発揮する永久磁石式電動機を旋回電動機として用い、非常時に

50

この旋回電動機の電気ブレーキ作用により旋回体を制動して減速させ、その減速終期(低速になったとき、または停止したとき)にメカニカルブレーキを作動させて停止・停止保持するため、駆動系や制御系の異常時にも旋回体を速やかに旋回停止させることができる。

【0015】

しかも、メカニカルブレーキはあくまでも減速終期の低速または停止状態で作動させるため、元々機械に装備されたもの(たとえば請求項3のネガティブ式の油圧ブレーキ)をそのまま利用しても破損するおそれがない。あるいは、同ブレーキの性能を高めるにしても、小型のもので済み、大がかりな冷却装置を備えた大形のものとする必要がない。

【0016】

ところで、電気ブレーキ作用は旋回体の慣性回転速度に依存し、速度低下とともに発電電力(ブレーキ力)も低下する。

【0017】

請求項4の発明はこの点に着目し、旋回電動機の発電作用による電圧または電流と設定値とを比較部で比較し、この比較結果に基づいてメカニカルブレーキを作動させる構成としたから、別途、メカニカルブレーキの作動タイミングをとるための速度センサを設ける必要がない。このため、コストを安くできるとともに、外部センサと比較して故障や異常が発生する可能性が低くなる。

【0018】

請求項5の発明によると、速度センサが別途必要になるものの、速度の検出自体を容易に行うことができる。

【0019】

また、請求項6の発明によると、電気ブレーキの最大トルク(最大速度から減速を開始した時点のトルク)を、正常時の電動機最大制動トルクとほぼ同等の値に設定したから、電動機(減速機を含む)に過剰トルクが作用することを避けながら、旋回停止までの時間及び距離(角度)について正常時に近い値を確保することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図1に適用対象となるショベルを示す。

【0021】

同図において、1はクローラ式の下部走行体で、この下部走行体1上に上部旋回体2が縦軸まわりに旋回自在に搭載され、この上部旋回体2に、ブーム3、アーム4、バケット5及びこれらを駆動するブーム用、アーム用、バケット用各油圧シリンダ6,7,8から成る作業(掘削)アタッチメント9が装着される。

【0022】

図2はこのショベル全体の駆動・制御系のブロック構成を示す。

【0023】

同図に示すようにエンジン10によって油圧ポンプ11が駆動され、その吐出油が各油圧シリンダ6~8、及び下部走行体1を走行駆動する左右の走行モータ12,13にコントロールバルブ14(アクチュエータごとに設けられるが、ここでは一つのバルブブロックとして示す)を介して供給される。

【0024】

また、エンジン10には増速機構15を介して発電機13が連結され、この発電機13で作られた電力が、電圧及び電流を制御する制御器14を介してバッテリー15に蓄えられるとともに、インバータ16を介して旋回電動機17に加えられる。

【0025】

これにより旋回電動機17が回転し、その回転力が旋回用減速機構18を介して上部旋回体2に伝えられて同旋回体2が左または右に旋回する。

【0026】

19は旋回操作手段としてのレバー式の旋回操作部(たとえばポテンショメータ)で、正

10

20

30

40

50

常時には、この旋回操作部 19 からの操作信号に基づいてコントローラ 20 からインバータ 16 に指令が出され、この指令に基づいて旋回電動機 17 の加速、減速、停止保持の各制御が行なわれる。

【0027】

ここで、旋回電動機 17 は、旋回加速時にはインバータ制御されて発電機及びバッテリー 15 の少なくとも一方の電力で電動機作用を行い、減速時にはインバータ制御されて発電機作用を行い、回生発電によって生じた電力をバッテリー 15 に蓄える。

【0028】

また、旋回電動機 17 には、機械的ブレーキ力を発生させるメカニカルブレーキ 21 が設けられている。

10

【0029】

このメカニカルブレーキ 21 は、図 3 に示すようにブレーキ油圧源 22 から電磁切換弁 23 を介して油圧が導入されたときにブレーキ力を解除する油圧式のネガティブブレーキとして構成され、このメカニカルブレーキ 21 の作動解除状態で旋回動作が行なわれる。

【0030】

非常時のブレーキ作動を制御するブレーキ回路 A の構成を図 3 によって説明する。

【0031】

旋回電動機 17 は、電源遮断状態でも慣性回転によって電力を発生する永久磁石式電動機が用いられ、発生した電力を、電動機外部に設けられた制動抵抗 24 に流すことによって電気ブレーキ機能を発揮する。

20

【0032】

制動抵抗 24 は、旋回電動機 17 の給電線に整流回路 25 を介して分岐接続され、第 1 リレー 26 の常閉接点 27、または第 2 リレー 28 の常開接点 29 のオンで通電される。

【0033】

30 は旋回電動機 17 の発電電圧を検出する電圧検出回路で、同回路 30 の出力がトランス 31 及び整流回路 32 を介して、速度検出手段としての電圧比較回路 33 に一方の入力電圧 V_i として送られ、設定値 V_{ref} と比較される。

【0034】

すなわち、制動抵抗 24 に流れる電流は、旋回電動機 17 (上部旋回体 2) の回転速度の低下に比例して低下し、電圧検出回路 30 の出力もこれに応じて低下するため、電圧比較回路 33 によって旋回速度が設定値以下になったか否かを判定することができる。具体的には、 $V_i = V_{ref}$ で信号「L」、 $V_i < V_{ref}$ で信号「H」が出力される。

30

【0035】

電圧比較回路 33 の出力側には、NOT、AND、OR の各素子 34, 35, 36 を備えた出力回路としての論理回路 37 が接続され、電圧比較回路 33 の出力が NOT 素子 34 に入力される。

【0036】

AND 素子 35 には、コントローラ 20 の異常発生を監視するウォッチドックトランジスタ 38 からの出力(正常時に「H」、異常発生時に「L」と)、コントローラ 20 からメカニカルブレーキ 21 に対する作動または作動解除指令を出力するメカニカルブレーキ指令出力トランジスタ 39 の出力(作動指令時に「L」、解除指令時に「H」と)が入力され、NOT 素子 34 及びこの AND 素子 35 の各出力が OR 素子 36 に入力される。

40

【0037】

この OR 素子 36 の出力側に増幅回路 40 が接続され、OR 素子 36 から信号「H」が出力されたとき(正常時)に、増幅回路 40 を介して電磁切換弁 23 に作動解除信号が出力される。

【0038】

これにより、同切換弁 23 が図左側のブレーキ作動位置イから右側の作動解除位置ロに切換わってメカニカルブレーキ 21 が作動解除される。

【0039】

50

表 1 はメカニカルブレーキ指令出力トランジスタ 39 の出力、ウォッチドックトランジスタ 38 の出力、電動機速度、メカニカルブレーキ作動の各項目についての論理値表であり、この論理値表に従って次のような動作が行なわれる。

【 0 0 4 0 】

【 表 1 】

メカニカルブレーキ 指令出力トランジスタ 39の出力	ウォッチドック トランジスタ38 の出力	電動機速度	メカニカルブレーキ 21の状態
解除(H)	正常(H)	速い(H)	解除(H)
解除(H)	正常(H)	遅い(L)	解除(H)
作動(L)	正常(H)	速い(H)	解除(H)
作動(L)	正常(H)	遅い(L)	作動(L)
解除(H)	異常(L)	速い(H)	解除(H)
解除(H)	異常(L)	遅い(L)	作動(L)
作動(L)	異常(L)	速い(H)	解除(H)
作動(L)	異常(L)	遅い(L)	作動(L)

10

20

【 0 0 4 1 】

(I) ウォッチドックトランジスタ 38 の出力がコントローラ正常を示す信号「 H 」を出力している場合において、メカニカルブレーキ指令出力トランジスタ 39 の出力がメカニカルブレーキ作動解除指令を示す信号「 H 」を出力しているときは、電動機速度に関係なく OR 出力が「 H 」となり、メカニカルブレーキ 21 は解除されたままの状態となる。

30

【 0 0 4 2 】

(I I) ウォッチドックトランジスタ 38 の出力がコントローラ正常を示す信号「 H 」を出力し、メカニカルブレーキ指令出力トランジスタ 39 の出力がメカニカルブレーキ作動指令を示す信号「 L 」を出力している場合において、電動機速度が設定値よりも速い場合には OR 出力が「 H 」となってメカニカルブレーキ 21 は解除となるが、電動機速度が設定値よりも遅い場合には OR 出力は「 L 」となり、メカニカルブレーキ 21 が作動状態となる。

40

【 0 0 4 3 】

(I I I) コントローラ 20 に異常が発生してウォッチドックトランジスタ 38 の出力が「 L 」となると、メカニカルブレーキ指令出力トランジスタ 39 の出力状態に関係なく電動機速度が設定値よりも速い場合には OR 出力は「 H 」となり、メカニカルブレーキ 21 は解除状態となるが、電動機速度が設定値よりも遅い場合には OR 出力は「 L 」となり、メカニカルブレーキ 21 が作動状態となる。

【 0 0 4 4 】

一方、リレー接点 27 は、コントローラ正常でオフ、コントローラ異常でオンとなる。また、リレー接点 29 は電動機電源が遮断されたときにコントローラ 20 からの信号によってオンとなる。

【 0 0 4 5 】

50

つまり、

a) 制御電源の遮断やコントローラそのものの故障等によってコントローラ 20 に異常が発生すると、リレー接点 27 がオンとなる。

【0046】

b) 発電機 13 の故障等によって電動機電源が遮断された場合において、コントローラ 20 が正常に働いているときは、コントローラ 20 がこの電源遮断をたとえば電圧低下により検出して第 2 リレー 28 を作動させ、そのリレー接点 29 がオンとなる。

【0047】

c) 電動機電源が遮断しかつコントローラ 20 に異常が発生した場合は、ウォッチドックトランジスタ 38 の出力が異常を示すため、リレー接点 27 がオンとなる。

10

【0048】

これにより、いずれのケースにおいても制動抵抗 24 に電流が流れて電気ブレーキが働き、この電気ブレーキによって旋回電動機 17 が減速するとともに、電動機速度が設定値以下まで下がるとメカニカルブレーキ 21 が作動する。

【0049】

以上の作用により、非常時に図 4 に示すように電気ブレーキ作用によって自動的に減速され、かつ、その減速終期にメカニカルブレーキ 21 によって旋回電動機 17 (上部旋回体 2) が停止しかつ停止保持される。

【0050】

ここで、電気ブレーキのトルクは、制動抵抗 24 の値によって決まり、最大速度からの減速開始時に最大で、旋回速度(慣性回転の速度)の低下に従って低下する。

20

【0051】

この電気ブレーキの最大トルクは、次の理由により、正常時の電動機最大制動トルクとほぼ同等の値に設定するのが望ましい。

【0052】

図 5 は非常制動時における時間と電動機速度の関係、図 6 は時間と停止までに要する旋回角度の関係をそれぞれ示す。

【0053】

正常時の電動機最大トルクで制動すると、一定トルク、一定加速度で制動されることにより、図 5 の直線イ、図 6 の曲線 A の特性を示す(効率は無視する)。

30

【0054】

一方、電気ブレーキ最大トルクを正常時の電動機最大トルクに一致させると、図 5 の曲線ロ、図 6 の曲線 B の特性を示し、停止までの所要時間も制動距離(角度)も正常時(イ, A)よりも大きくなる。

【0055】

そこで、制動距離を正常時のそれと同じになるように図 6 の曲線 C の特性を目標とすると、電気ブレーキ最大トルクは正常時の 2 倍程度に大きくなる。こうなると、旋回電動機 17 及び減速機構 18 のトルク負担も 2 倍となるため、電動機 17 の内部抵抗に流れる電流による発熱(電流の 2 乗に比例)の問題や減速機構 18 の強度の問題が発生する。

【0056】

これに対し、制動時間が正常時と同等となるように図 5 の曲線ニを目標にすると、電気ブレーキ最大トルクはさらに大きくなるため、実用的でない。

40

【0057】

また、電気ブレーキ最大トルクを正常時の電動機最大トルクよりも小さく設定すると、図 5 の曲線ホとなる。電動機 17 の発熱や減速機構 18 の強度の問題は生じないが、停止までの時間が非常に長くなり、制動角度も非常に大きくなるため、安全面で問題がある。

【0058】

以上の点から、非常時の電気ブレーキ最大トルクを正常時の電動機最大トルクと同等の値に設定し、旋回速度が設定値以下になったときにメカニカルブレーキ 21 を作動させるのが最も望ましい選択となる。

50

【0059】

なお、メカニカルブレーキ21の作動を開始する電動機速度(回転速度)は、同ブレーキ21の熱負荷を小さくしてその破損を防止する(あるいは破損防止のための大形化を極力回避する)観点と、制動時間や制動距離を小さくする観点の兼ね合いを考慮して設定され、通常は図4に示すように回転速度が十分低速(たとえば50rad/s程度)となった時点でメカニカルブレーキ21を作動させる。

【0060】

あるいは、電気ブレーキによって速度が0またはほぼ0になったときにメカニカルブレーキ21を作動させるようにしてもよい。この場合は、電気ブレーキが主たる制動作用を行い、メカニカルブレーキ21は主に停止保持作用を行なうこととなる。

10

【0061】

ところで、上記実施形態では電気ブレーキ回路中の電圧検出回路30によって制動抵抗24の端子電圧を速度として検出し、検出された電圧を電圧比較回路33により設定値と比較して回転速度が設定値以上か以下かを判定し、制御する構成をとったが、制動抵抗24に流れる電流を検出し、この検出電流値と設定電流値とを比較して回転速度が設定値以上であるか以下であるかを判定し、上記同様の制御を行なうように構成してもよい。

【0062】

また、旋回電動機17もしくは旋回用減速機構18の回転速度、または上部旋回体2の旋回速度を直接、速度センサによって検出し、コントローラ20または別の比較部で設定値と比較するように構成してもよい。この場合、速度センサとして、電源がダウンした場合でも作動するもの(たとえばタコジェネレータ)を用いるのが望ましい。

20

【0063】

また、メカニカルブレーキ21は上記実施形態のシリンダ構造のものに限らず、油圧駆動式または電気駆動式のディスクブレーキ等を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】本発明が適用されるショベルの概略側面図である。

【図2】本発明の実施形態を示すブロック構成図である。

【図3】同実施形態におけるブレーキ回路の回路図である。

【図4】電気ブレーキとメカニカルブレーキの作動タイミングを示す図である。

30

【図5】電気ブレーキの最大トルクと制動の時間及び電動機速度との関係を複数通りのパターンで示す図である。

【図6】電気ブレーキの最大トルクと制動の時間及び旋回角度との関係を複数通りのパターンで示す図である。

【符号の説明】

【0065】

2 上部旋回体

17 旋回電動機

16 制御手段を構成するインバータ

20 同、コントローラ

40

21 油圧駆動式のネガティブブレーキとしてのメカニカルブレーキ

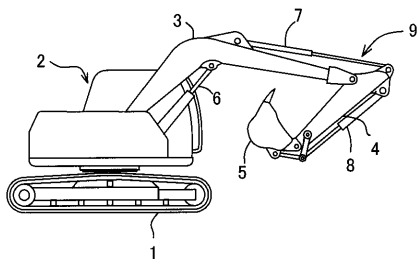
23 メカニカルブレーキの作動を制御する電磁切換弁

A 制御手段を構成する電気ブレーキ回路

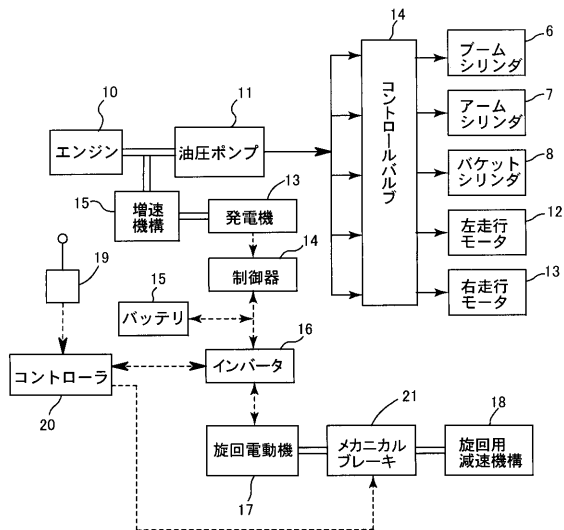
24 制動抵抗

33 速度検出手段としての電圧比較回路

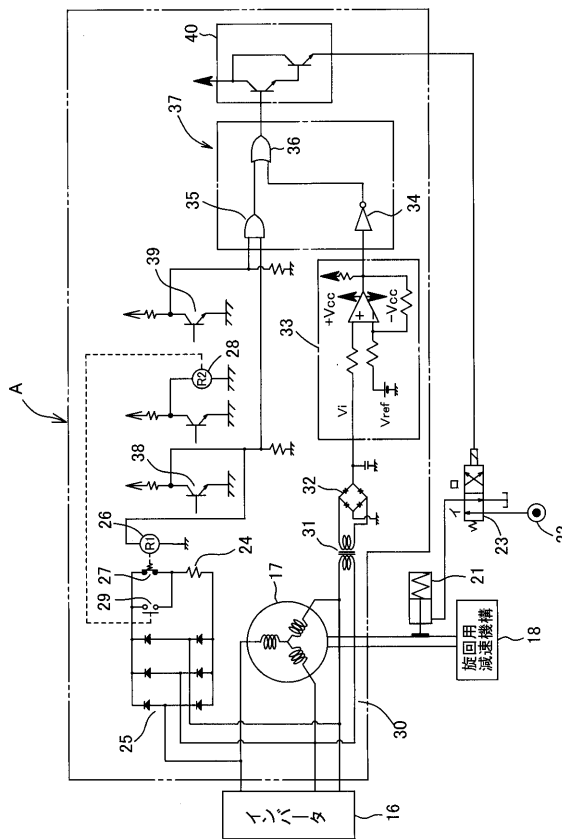
【図1】



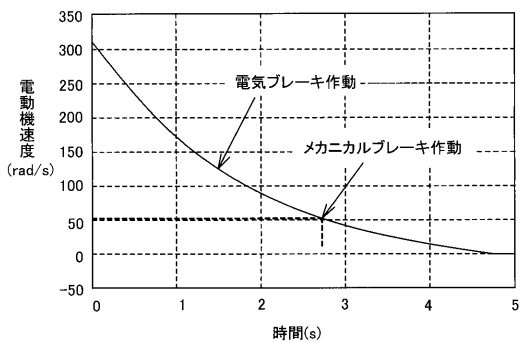
【図2】



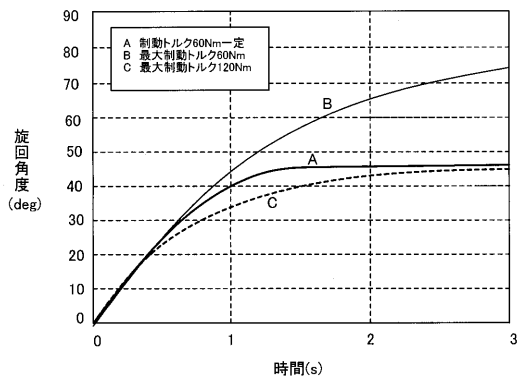
【図3】



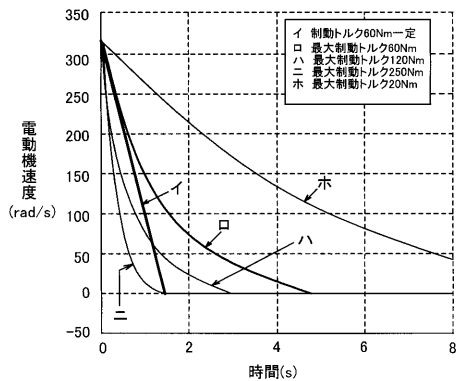
【図4】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 吉松 英昭
神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
- (72)発明者 小見山 昌之
神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
- (72)発明者 菅野 直紀
神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
- (72)発明者 井上 浩司
神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
- F ターム(参考) 2D003 AA01 AB02 BA07 CA10 DA01 DA04 DB03
3F205 AA05 EA10